

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA

(NUEVA SERIE)

SOBRE LOS DIQUES CLASTICOS

DE TIERRA DEL FUEGO

POR

ANGEL V. BORRELLO

Extracto de la REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA (NUEVA SERIE)
Sección Geología, Tomo V, páginas 155-191

LA PLATA

REPUBLICA ARGENTINA

1962

SOBRE LOS DIQUES CLASTICOS DE TIERRA DEL FUEGO

POR ANGEL V. BORRELLO

RESUMEN

En la zona marítima de Tierra del Fuego, entre el río Grande y el cabo San Pablo, fueron reconocidos numerosos aforamientos de diques clásticos emplazados dentro de estratos del Terciario, hasta del Cretácico-Terciario. Se los describe reunidos en cuatro grupos, por sus caracteres morfológicos a la vez que estructurales: diques clásticos irregulares, regulares, entrecruzados y apofisiarios. Todos son del tipo discordante. Se componen de material arenoso compacto, escasamente arcilloso o margoso. Sus cajas coinciden con planos de diaclasas principales y sin excepción parecen originarse de la inyección de flúidos provenientes del subsuelo inmediato. No se observan sus raíces. La parte de los mismos que aflora representa la culminación de sus yacencias. Tierra del Fuego se ofrece, desde el punto de vista de sus depósitos de diques clásticos, como la mejor área de estudio en la Argentina, por el número y caracteres geológicos que los mismos presentan a la observación en el presente.

SUMMARY

Along the atlantic coast of Tierra del Fuego, in southeast part of Argentina, between the río Grande valley and cape San Pablo, the author has recognized several outcrops of clastic dikes. They are included in thick beds of Tertiary or Upper Cretaceous-Tertiary age, of marine and terrestrial sedimentary facies. Good exposures are found in the local cliffs, near the shore. For descriptive purposes they are considered in four groups: irregular, regular, crossed and apophysiary clastic dikes. The lithological composition is always sandstone, rarely mixed with marl or clay. Fluids, like natural gas, or gas and water, should be the physical vehicle of genesis. The outcrops show only the upper or top section of dikes, mainly developed in the subsuperficial zone; so the roots are not seen in the area. Tierra del Fuego is at present the best area for geological investigations on clastic dikes in Argentina, because the greatest number of them with particular and interesting structural characteristics are to be found there.

PREFACIO

El tramo de costa atlántica del territorio fueguino, comprendido entre el río Grande y el río San Pablo, y la faja interior contigua extendida hasta unos 20 km desde el borde oceánico, ofrece, entre otras características geológicas, la llamativa de presentar, con relativa frecuencia e irregularmente esparcidos en medio de sedimentitas terciarias, filones o diques de génesis clástica. Los altos y sinuosos acantilados marítimos y las angostas y deprimidas laderas de los valles fluviales actuales, dentro del área aludida, son los lugares donde es posible realizar las observaciones geológicas pertinentes. La cubierta morrénica neozoica, de singular distribución en ámbito tan austral del continente, inevitablemente restringe las posibilidades del examen directo, al punto que fuera de los escarpes con sus afloramientos terciarios, los desmontes practicados para la ejecución de obras viales resultan escena propicia para ampliar en el terreno los trabajos de reconocimiento respectivo.

Es propósito esencial de este trabajo exponer la descripción sumaria de los principales tipos de diques clásticos localizados y reconocidos en sus pormenores en la extensión señalada precedentemente y como resultado de los datos acumulados expresar sus características de estructura conforme a un ordenamiento previo de grupos definidos. Cuanto en este escrito se consigna procede de observaciones propias del autor, reunidas a lo largo de numerosos viajes de objeto geológico cumplidos por cuenta de la ex Combustibles Sólidos, empresa estatal que tuvo a su cargo la exploración sistemática regional de los depósitos de turba y carbón, entre 1947 y 1958. A tal finalidad se recorrió, a veces en forma reiterada, la vasta región de Tierra del Fuego comprendida desde el cabo Espíritu Santo, al Norte, y la cordillera Alvear y río San Pablo al Sur, y resultó imposible el sustraerse de estudiar, hasta donde fuese factible, el problema de los cuerpos clásticos locales, dado que no existe al parecer otra comarca del país que los tenga en número y tipos tan diversos representados en su medio.

Debo recordar de aquellos años de labor intensa y generosa la sucesiva compañía en el campo de mis colegas doctores Alfredo N. Xicoy, Santiago N. Pérez Ruedi y Pablo G. Gareca, quienes compartieron el interés científico surgido de estas observaciones geológicas y facilitaron con el mismo el mejor éxito de los resultados y

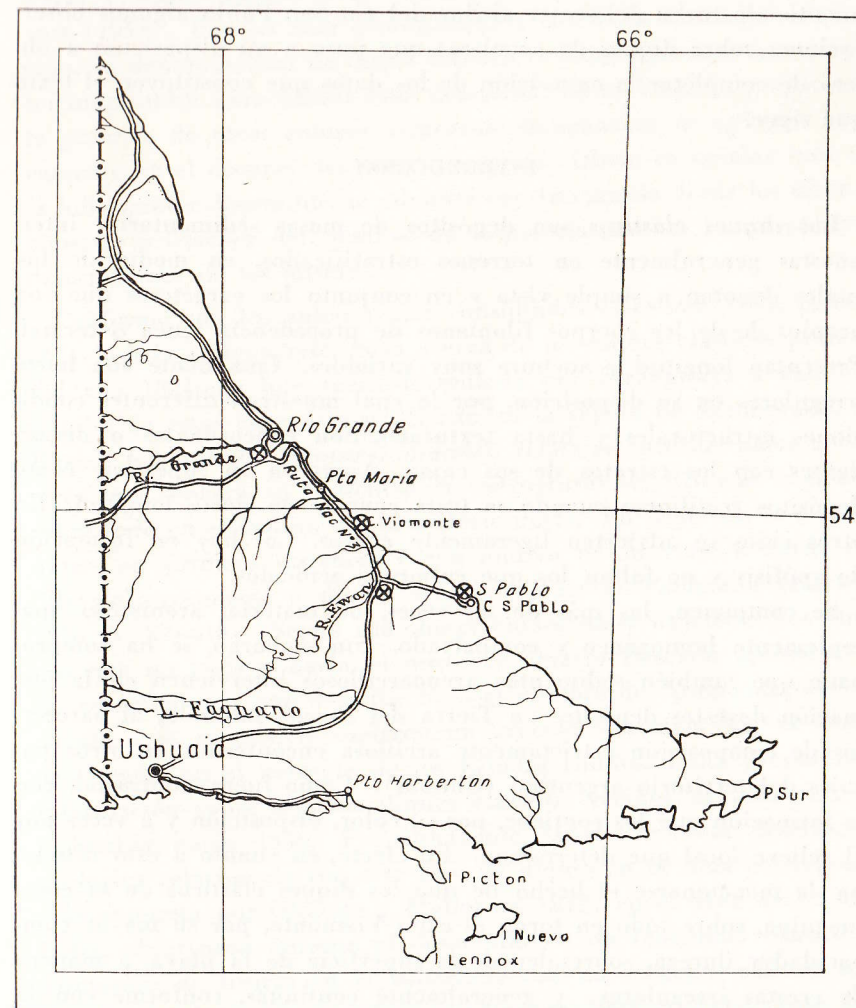


Fig. 1. — Mapa esquemático de Tierra del Fuego, Argentina, en el cual están consignados con símbolo especial los principales sectores donde aparecen grupos de diques clásicos descritos en el presente trabajo.

conclusiones que se exponen. Ampliando estas tareas, en 1957 el doctor César R. Prozzi realizó en el decurso de la cubicación de yacimientos de turba del sector al Sur del río San Pablo algunas observaciones sobre diques de areniscas que puso a mi disposición a objeto de completar la exposición de los datos que constituyen el texto que sigue.

INTRODUCCION

Los *diques clásticos* son depósitos de masas sedimentarias interpuestas generalmente en terrenos estratificados, en medio de las cuales denotan a simple vista y en conjunto los caracteres que son propios de los cuerpos filonianos de procedencia ígnea o termal. Presentan longitud y anchura muy variables. Igualmente son harto irregulares en su disposición, por lo cual muestran diferentes condiciones estructurales y hasta texturales. Son concordantes o discordantes con los estratos de sus cajas. Aparecen en superficie como depósitos rectilíneos cuando se trata cuerpos de cierta longitud. En otros casos se advierten ligeramente curvos. Los hay en formación de apófisis y no faltan los que culminan acunados.

Se componen, las más de las veces, de material arenoso aparentemente homogéneo y compactado. Sin embargo, se ha comprobado que también sedimentos arenoarcillosos intervienen en la formación de estos depósitos en Tierra del Fuego, faltando, al parecer, los de composición estrictamente arcillosa encontrados en otros parajes del territorio argentino (Chubut). Como fuere, contrastan con la formación que los contiene, por su color, disposición y a veces por el relieve local que determinan. En efecto, en cuanto a esto último, ha de mencionarse el hecho de que los diques clásticos de la costa fueguina, sobre todo en torno al cabo Viamonte, por su mayor compacidad y dureza, sobresalen de la superficie de la playa, a manera de crestas irregulares y generalmente continuas, conforme con la intensidad del proceso erosivo y se prolongan hacia el mar, donde desaparecen en los lapsos de pleamar de la observación directa. La mayor anchura de estas dorsales no siempre coincide con la máxima altitud relativa del cuerpo filoniano.

Diques clásticos, dique de arenisca, filón clástico, filón sedimentario y cuerpo clástico o de arenisca, son términos equivalentes o sinónimos para designar a estos depósitos. En forma descriptiva se les ha aplicado la voz compuesta de *pared de roca* (Paige, 1909), in-

trusión tectónica (Bloomer, 1947), *grietas de relleno clástico* (Fackler, 1941) y, hasta citarse la de "autocicatrizaciones" utilizada por Pruvost (1954). Por ser más generalizada y sin duda de mejor adecuación, la denominación de dique clástico debiera aplicarse con carácter indubitable para definir estos depósitos. En tal sentido, y siguiendo la práctica de otros autores, semejante designación se aplicará básicamente en el decurso del presente escrito. Obvio es señalar que, en la bibliografía disponible, se advierte con frecuencia desde los últimos años la utilización del nombre de dique clástico en las respectivas descripciones de los mismos.

Conforme con los antecedentes consultados (Newson, 1905, p. 254-267) la más antigua referencia acerca de los diques clásticos procede del año 1821, en que fuera formulada por Strangways a raíz del estudio de estos cuerpos que afloran en la región de Leningrado, en Rusia. A partir de entonces, abundan relativamente los datos geológicos que señalan su presencia en estructuras de diversas regiones, sobre todo en el ámbito del hemisferio norte. En América, es Darwin quien, en primera instancia y con motivo de su viaje a bordo del "Beagle", reconoció a diques semejantes en la Patagonia (Darwin, 1876, p. 439-440). Según sus observaciones, muy objetivas, los cuerpos que no lejos y hacia el norte de Puerto Deseado aparecen en los acantilados, y que describe bajo el nombre de "pseudodiques" en cuanto a su génesis, le sugieren un proceso intrusivo. En el estado de Oregón, en el noroeste de los Estados Unidos, Dana proporcionó información sobre algunos diques clásticos vecinos al valle del río Columbia hacia 1840. Probablemente la más remota descripción geológica relacionada con este tipo de diques en el Asia corresponda a la expuesta por Oldham y Mallet en 1872; en el área de Cachar, India, observaron durante el desarrollo de un fenómeno sísmico, la formación de fisuras en la superficie con un seciente relleno sedimentario, pelítico o psamítico (in Newson, 1903, p. 259). Este dato es de incuestionable importancia. A través del mismo se conocen de algún modo los pormenores que señalan la formación de estos cuerpos en época reciente¹, lo cual ha sido después reiterado por informa-

¹ Larga lista de antecedentes históricos para el caso de la evolución de los hallazgos de diques clásticos desde el siglo pasado, el lector habrá de consultarlos en la obra de Newson, de 1903, sobre la materia (ver cita en la bibliografía anexa a este trabajo).

ciones diversas (Schrock, 1948, p. 213-214). En el continente africano igualmente se conocen diques de este origen conforme con los datos proporcionados por Gottis (1953). En suma: la distribución de estos cuerpos abarca áreas numerosas sobre los continentes y se presentan igualmente diversificados en lo que atañe a su composición y estructura. Los diques o yacimientos de asphaltita, o hidrocarburos sólidos derivados de petróleo, que en Estados Unidos de Norteamérica fueron por primera vez citados por Wurtz en 1869 y que son comunes en muchas regiones, configuran un tipo específico de esta génesis en cuanto a su composición se refiere más, son harto semejantes a los verdaderos diques clásticos en cuanto concierne a su emplazamiento y estructura.

En la Argentina, además de la información proporcionada por Darwin (1876), un dato precedente valioso de que se dispone es el suministrado por Windhausen (1923), que se refiere a los diques clásticos que afloran en la costa atlántica de Chubut, al norte de Comodoro Rivadavia. Las relaciones genéticas comparadas entre los diques clásticos sedimentarios y los yacimientos de asphaltita del territorio argentino fueron, más recientemente, tratadas por Borrello (1956 y 1961) cuando este autor describió la geología y consideró la formación de los depósitos de hidrocarburos sólidos del sur de Mendoza y norte de Neuquén. Finalmente se advierte que algunas manifestaciones de minerales radiactivos parecen estar vinculados en su origen con la formación de diques clásticos de matriz arcillosa. Al poniente de Comodoro Rivadavia, Chubut, en el sector del río Chico tal es la relación que surge del examen de la roca portadora de dicha mineralización¹.

Independientemente de lo mencionado debe apuntarse la presencia de diques clásticos en otras áreas de la Argentina. Así, aparecen incidentalmente aludidos en la literatura geológica por Suero² en cerro Lotena y alrededores, al oriente de Neuquén. Otros fueron reconocidos por quien esto escribe y sobre ellos se vierte más adelante alguna información a título de ampliar el conocimiento de estos diques clásticos comprobados al presente en el territorio del país.

¹ ANGELELLI, V. (1958). *Los minerales de uranio*. — Com. Nac. Energ. Atom., 161 p., Buenos Aires.

² SUERO, T. (1951). *Hoja geológica 36c (Cerro Lotena), Neuquén*. — Bolet. 76. Dir. Nac. Geol. Min., Buenos Aires.

CONDICIONES GEOLOGICAS REGIONALES

Capas terciarias, de facies frecuentemente marinas, referidas al Magallanense en el sentido de Hatcher¹ y subdivididas en cuatro entidades estratigráficas por Petersen² constituyen el campo de emplazamiento de los diques clásticos de Tierra del Fuego. Los sedimentos predominantes son margas, areniscas y lutitas, entre otros depósitos. En el sector septentrional del territorio fueguino los mismos totalizan una potencia de no menos de 1300 m, en su mayor parte conservada en el subsuelo, por debajo del nivel del mar.

Estos sedimentos se caracterizan por un marcado desarrollo rítmico de acumulación. En conjunto parecen representar en sus facies sedimentarias al tipo deposicional que es propio de los ambientes parálicos (paraliogeosinclinales en el sentido de M. Kay). La aludida secuencia estratigráfica tiene su iniciación ya en el tiempo neocretácico y abarca el lapso de casi todo el Cenozoico³. Por debajo de la latitud del río San Pablo, afloramientos reducidos de diques clásticos observados en los frentes de acantilados, sobre el mar, parecen extenderse incluso hasta los estratos de edad cretácica superior⁴. Esto procede desde que, algo más al sur, a partir del sector de Punta Gruesa, a unos 10 km del río aludido, el relieve se compone, según Camacho⁵, de bancos de los llamados Estratos de Leticia, asignados a la edad maestrichtiana. Más definido es el límite superior de la propagación de los diques clásticos; hasta donde fue posible realizar en tal sentido observaciones geológicas se logró comprobar que, como ocurre en la margen derecha del río Grande, a escasa distancia sobre el puente colgante de la ruta nacional 3, los mismos no cortan a las masas de grueso conglomerado del Neógeno, referibles a la base de los denominados Estratos de Cullen (Petersen, op. cit., p. 282-283) y acaso homologables con las capas santacruceses de la Patagonia Austral. Como

¹ HATCHER, J. B. (1900). *Some geographical features of southern Patagonia*. — Nat. Geogr. Magaz., XI, pp. 41-55. Washington.

² PETERSEN, C. S. y METHOL, E. J. (1948). *Nota preliminar sobre los rasgos geológicos generales de la porción septentrional de Tierra del Fuego*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., III, p. pp. 279-291, B. Aires.

³ CHIAO ROQUE et al. (1960). *Cuencas sedimentarias de la Argentina*. — Bolet. Inform. Petrol. n° 320 (separata), 21 p., B. Aires.

⁴ Comunicación oral del doctor CÉSAR R. PROZZI (1957).

⁵ FURQUE, G. y CAMACHO, H. H. (1949). *El Cretácico superior de la costa atlántica de Tierra del Fuego*. — Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, pp. 263-293, B. Aires.

fuere, es obvio que los diques clásticos tienen considerable distribución en el sentido vertical dentro de la sucesión de bancos cenozoicos, aunque sea discontinua, en cada caso, la profundidad de los mismos en el subsuelo. Según se infiere, esto último depende de los procesos mecánicos de su génesis.

Desde el punto de vista estructural, la sucesión de capas que se ha mencionado denota una relativa simplicidad de conjunto. Los caracteres geotectónicos indican en general una perturbación mayor de los estratos a medida que el manto espeso que éstos integran se aproxima a la faja preandina de Tierra del Fuego. La anorogénesis es progresiva en dirección al norte de la isla, hacia donde, incluso, aclinan las capas que se conservan en el ámbito parageosinclinal de la región fuegoextraandina. Por esta razón, las capas más antiguas de esta secuencia, por efecto del empuje tectónico andino, sólo se alzan en el relieve marginal de la cordillera austral. Sedimentos del Neógeno más joven, en cambio, están a la vista en la porción septentrional; sobre el Estrecho de Magallanes (cabo Espíritu Santo) se observan depósitos de esta edad, en posición prácticamente subhorizontal. Aunque es por demás limitado el cuadro de estructura tectónica superficial, se infiere que la disposición de los estratos mesozoico-terciario, fuera de la zona andina, de intenso plegamiento, ha de guardar alguna relación con la propia disposición y evolución (ajustes) del basamento. Hacia la faja andina y preandina la acentuación del relieve geomorfológico expuesto, igualmente enmascarado por cubiertas glaciarias y el bosque vivo, habría de señalar más que la influencia del juego de bloques del basamento, la extensión y reflejo de la orogénesis desarrollada en la fosa geosinclinal de los Andes fueguinos.

En el área en que aparecen los diques clásticos no se advierte indicio alguno de vulcanismo conexo, que afecte a los estratos cenozoicos o precedentes. Los fenómenos derivados de la sismicidad serían inadvertibles en la misma comarca. En años anteriores terremotos de alguna intensidad ejercieron sólo efectos locales en zona contigua al lago Fagnano, donde hasta la fecha no se ha registrado el hallazgo de ningún dique clástico o indicios que sugieran una mínima presencia de procesos correlativos con los mismos.

La evolución estructural actual de la región está circunscripta, según es sabido, a la acción de los movimientos epirogenéticos, bajo cuyo régimen se encuentran en fase sostenida de ascenso relativo las regiones patagónica y bonaerense desde la iniciación del ciclo post-glacial.

DESCRIPCION DE LOS DIQUES CLASTICOS FUEGUINOS

Los numerosos diques clásticos que fueran objeto de estudio geológico en la porción central de la costa atlántica fueguina, y hacia el interior inmediato, pueden reunirse en cuatro grupos a objeto de proceder a una descripción ordenada de sus pormenores. Los aludidos grupos pueden denominarse, para el propósito enunciado, de la forma que se expone: a) *diques clásticos irregulares*; b) *diques clásticos regulares*; c) *diques clásticos entrecruzados*, y d) *diques clásticos apofisiarios*. Dado que los mismos coinciden a la vez con una distribución que aproximadamente se orienta de Norte a Sur en el espacio fueguino (fig. 1) en este orden, los grupos serán considerados en la exposición que sigue:

a) *Diques clásticos irregulares*. — Específicamente pueden definirse estos diques como masas de emplazamiento vetiforme o filoniano de marcada variación en la estructura de su desarrollo, tanto longitudinal como transversal. Los cambios en la disposición y potencia de estos cuerpos están establecidos en su totalidad sobre los valores que pueden tomarse en las secciones aflorantes del terreno, pues no se tienen datos sobre su comportamiento profundo, o de niveles inmediatamente subsuperficiales. Son frecuentes las acodaduras y flexionamiento, primarios; también pueden observarse pequeñas apófisis locales en los mismos. El tipo representativo del conjunto lo constituye el grupo de diques clásticos que aflora sobre la margen derecha del río Grande, a escasa distancia y al poniente de la ruta nacional 3 (puente colgante). En este paraje los diques clásticos se distinguen rápidamente sobre la superficie inclinada de la ladera local (fig. 2). Estas se advierten constituídas por sedimentos terciarios y tienen una altura de hasta 25 m sobre el nivel del río. Dos formaciones se logra reconocer en medio de esta sección de capas del Terciario: abajo, desde el nivel del río, arcillas margosas y margas de color gris amarillento a verde grisáceo, de un espesor de alrededor de 15 m; por encima, sobre una superficie de erosión en parte marcada, sin angularidad, masas de conglomerados de mátrix coherente, clastos erodados y medianos, encerrando fragmentos de valvas, que pueden referirse al conjunto de base de los Estratos de Cullen¹. Tres diques clásticos, mayores, asoman en el lugar y están confinados en la parte superior de la formación margosa precedentemente aludida. Hacia arriba ter-

¹ PETERSEN, C. S. et al. (1943), op. cit., p. 232.

minan, sin excepción, contra la base del referido complejo conglomerádico.

Sólo dos de los primeros diques clásticos, los de situación de mayor proximidad relativa a la ruta o puente, importan, por las características geológicas que ofrecen para cuanto atañe a la finalidad del presente trabajo. Ambos están separados entre sí por una distancia de 150 m, aproximadamente, y ofrecen una corta extensión vertical. Los límites con las rocas sedimentarias de caja se destacan claramente (fig. 3). Mas, la distinción sobre los mismos afloramientos es, sin duda, bien evi-



Fig. 2. — Afloramientos de diques clásticos expuestos sobre la margen derecha del río Grande de Tierra del Fuego. Las cajas son de sedimentos terciario. Obsérvense las concreciones esferoidales que los cuerpos incluyen en su masa.

dente; primero, porque estos cuerpos de estructura filoniana contrastan en el cuadro de las rocas estratificadas; segundo, por cuanto su composición es psammitica siendo por ello notoria la diferencia que tienen en relación con las pelitas de las cajas laterales y por último, de todo cuanto surge de su disposición discordante y demás pormenores, estrechamente ligados a su posición epigenética dentro de las rocas de campo. Respecto de su disposición, en medio de capas subhorizontales, ha de señalarse que ésta ofrece cambios en las yacencias que varían desde la ubicación vertical hasta su emplazamiento en planos de inclinación, a veces muy pronunciada. La orientación de estos diques clásticos está dirigida al nordeste y estenordeste, por lo

común; no cuenta, como es obvio, las variaciones locales de rumbo, como de buzamiento, dado el carácter de la formación de estos diques de areniscas.

Los valores de sección transversal, equivalente de espesor, oscilan entre los 10 y 25 cm. Medidas mayores son excepcionales para un promedio en estos cuerpos y en las mismas no se cuentan, por supuesto, aumentos en anchura que coinciden con codos, irregularidades o apófisis que afectan su estructura.



Fig. 3. — Dique clástico irregular en la ladera sur del valle del río Grande de Tierra del Fuego. El cuerpo es areniscoso y por su mayor dureza contrasta en el relieve erosionado entre los depósitos de la formación terciaria que lo contiene. Una fisuración transversal a oblicua corta reiteradamente el cuerpo clástico aflorante.

Escasamente se advierten dentro de los diques clásticos modificaciones tectónicas que incidan realmente sobre su condición genética primaria. Una fisuración transversal, hasta oblicua, secciona paralela y repetidamente, a trechos, los diques clásticos locales (fig. 3). El fenómeno se considera más bien conectado a procesos tectónicos de acomodación o ajuste del cuerpo intrusivo dentro de las rocas margosas en que aparecen. Pequeñas concreciones esferoidales participan de la textura de los diques clásticos mencionados; se las encuentra en las partes ensanchadas de los diques y a veces en sus terminaciones (fig. 2).

Los diques clásticos que se describen están en lo esencial integrados

por una masa uniforme de material arenisco compacto, de grano mediano a fino. Un cemento silíceo predomina en la roca; menos frecuente es la mátrix de sustancia arcillosa. Por los mencionados caracteres, es común observar que sobresalen de sus cajas aunque no tanto como en el caso de diques del tipo regular que, a continuación, se trata en este escrito. Pátinas limoníticas son visibles sobre la superficie de los afloramientos. En el corte fresco, la roca clástica denota tonalidad verde o gris amarillenta comparativamente intensa respecto de los matices conservados al exterior, derivados o condicionados por la acción de la meteorización.

No se notan en el lugar de estos afloramientos las raíces de los diques clásticos mencionados. Presumiblemente su desarrollo en el subsuelo ha de ser continuo, por lo menos hasta cierta profundidad. Avala este aserto la circunstancia de que, más al sur, otros diques clásticos emergen en las playas vecinas, por supuesto que en cota inferior, desde el punto de vista altimétrico, a la que le corresponde a la base expuesta de los diques en el sector del río Grande. De cualquier manera, en dicho sector puede admitirse que los asomos de los diques constituyen solamente la parte alta de la yacencia de los mismos en el área en que acaban de ser descriptos.

En líneas generales los diques clásticos del sector de la costa atlántica situada a un kilómetro al sur de la desembocadura del río San Pablo reproducen los caracteres de irregularidad de yacencia que se han mencionado en este caso.

b) Diques clásticos regulares.— A esta categoría pertenecen los diques de areniscas que, en Tierra del Fuego, por lo menos, muestran estable y normal distribución en medio de las capas del Terciario. Son caracteres salientes a la vez para los mismos su considerable extensión en el rumbo de los afloramientos y las escasas variaciones estructurales. Además, la potencia de tales asomos, se conserva sin mayores modificaciones tanto en la dimensión del rumbo como en el sentido de la pendiente. Igualmente es uniforme la composición y textura de estos depósitos sedimentarios.

El área típica de los diques clásticos enunciados se extiende en torno al cabo Viamonte (fig. 1). Más precisamente: el sector que, desde el sur de la estancia Bridges, y por Loma Tausen¹ alcanza el

¹ Al parecer, este lugar tiene o ha tenido otros nombres. Por otra parte, igual denominación habría sido usada para otros accidentes geográficos similares situados entre río Ewan y la Punta del Lago.

lado norte del cabo Viamonte, es representativo de la yacencia de los diques regulares de que se trata. Siete diques clásticos principales afloran entre el borde atlántico y los desmontes, parciales, de la ruta nacional 3. En Loma Tausen, sobre el borde oriental del camino mencionado, a 3,6 km de la Estancia Bridges, aparece en parte cubierto por acarreos glaciales y suelos recientes un dique clásico de 2 m de espesor. Se compone de un sedimento arenisco de color gris verdoso a gris amarillento, con indicios de nódulos interiores



Fig. 4. — Diques clásticos en la restinga costanera al nornoroeste de Cabo Viamonte, Tierra del Fuego. Los filones sobresalen (en primer plano y hacia la derecha e izquierda de la vista) en el espacio de playa que deja la bajamar. Son diques regulares, dispuestos en sistema casi normal. El material que los forma es resistente y determina la conservación de pequeñas dorsales o crestas sobre el rumbo de los mismos.

que resalta a simple vista entre sus cajas formadas de arcillas amarillentas. Su rumbo está dirigido al S 65° O y se hunde al N 25° O, con ángulo de 85°. Hacia el nordeste alcanza el borde ribereño y se proyecta en la playa hacia el mar. Al sudsudeste, antes de alcanzar el puente sobre el río Mineros, entre el pie del alto acantilado y la línea distal de la playa viva, hasta sobre la plataforma de restinga, asoman a baja altura diques clásticos agrupados en un sistema paralelo de rumbo dominante S 10° O. La disposición de los tres cuerpos mayores observados, es vertical. Otro sistema, casi normal o transversal a oblicuo cruza al anterior en el mismo ambiente costanero (fig. 4).

En parte algunos diques están muy próximos entre sí, no pudiendo establecerse, en este sector, si se trata de una doble filonación en lo esencial o bien si lo que aflora representa dos guías altas de un sólo dique clástico, como tal desarrollado en el subsuelo inmediato.

Entre el río Mineros y el cabo Viamonte en el corte frontal de los



Fig. 5. — Dique clástico regular interpuesto entre sedimentos terciarios en el área de costa atlántica fueguina inmediata a cabo Viamonte. La parte superior del mismo no atraviesa la cubierta neógena local. Un acunamiento es visible hacia la base del filón sedimentario. Nótese la estratificación de los sedimentos que sirven de caja a la intrusión psamítica y que se asignan al Terciario complexivamente.

acantilados sobresalen tres diques clásticos verticales que atraviesan hasta gran altura en los mismos a las capas terciarias compuestas de areniscas entrecruzadas, areniscas margosas y otros sedimentos de facies concha y régimen nerítico. Dos de estos diques, de situación relativa más septentrional o de mayor proximidad a la desembocadura del río aludido, conservan el rumbo S 10° O. El restante está orien-

tado al N 30° O. El reconocimiento de estos cuerpos es posible extenderlo de las barrancas locales a la playa y restinga en bajamar. Aún al comienzo de la fase de la pleamar los diques clásticos sobresalen en ciertos trechos del espejo de agua, porque debido a su mayor resistencia a la erosión se mantienen del embate del mar como filos crestados de traza neta y rectilínea.

Por lo común estos diques locales denotan en conjunto los indicios

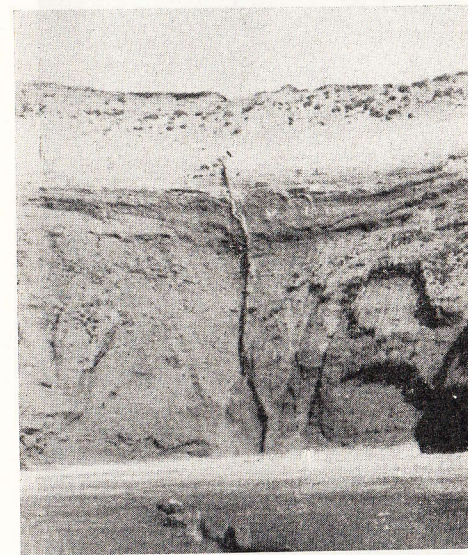


Fig. 6. — Vista del acantilado de cabo Viamonte, Tierra del Fuego, donde se observa un dique clástico de tipo regular en conjunto, cortando sedimentos del Terciario. El rumbo del filón es algo tortuoso y en primer plano puede verse emergiendo de la playa el borde del mismo, muy afectado por el proceso de abrasión marina. Tampoco atraviesa el techo de las capas terciarias el aludido filón clástico local.

salientes de la regularidad estructural, a la cual responden los demás cuerpos similares incluidos en el grupo que se describe. La posición vertical es excepcionalmente constante en el primer dique clástico que aflora al sur del arroyo Mineros (fig. 5), donde puede observarse un ligero cambio en el espesor del mismo, acaso condicionado por la naturaleza del sedimento terciario que le sirve de caja. Flexionamientos parciales, que someramente inciden en su disposición de conjunto, se advierten en otro de los diques expuestos (fig. 6). Pormenores de yacencia sobre el rumbo en este caso lo ofrece el asomo

de dique elástico que constituye la prolongación del anterior cuerpo en dirección al mar abierto (fig. 7) y una nodulación pronunciada, formada de material arcillo margoso, rodea un corto tramo del mismo al nivel de playa. Los caracteres enunciados no afectan al dique, que sólo acusa un leve desplazamiento direccional en contacto directo con el trecho rodeado lateralmente por el nódulo, de muy probable

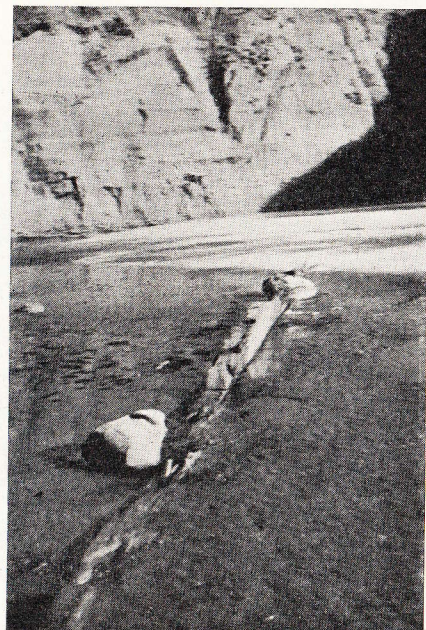


Fig. 7. — Sección del dique elástico de la vista anterior, tomada en sus pormenores en el tramo exterior de la playa contigua a cabo Viamonte. La regular anchura del cuerpo elástico y el nódulo que el mismo presenta en su extremo posterior, hacia el mar, configuran características salientes de su yacencia en el lugar.

formación epigénica (fig. 8). No falta, asimismo, el limitado desarrollo que, particularmente, tienen cortas apófisis donde tramos de diques elásticos están dentro de cajas arcillosas (fig. 9). Las apófisis, a la vez, inciden con algún desplazamiento local en la extensión vertical del dique en conjunto.

El espesor de los cuerpos mencionados es de unos 25 cm, pero se observan medidas algo mayores o menores de acuerdo con las características de su emplazamiento, sobre todo si éste hubo ocurrido a

través de bancos que tienen cambios en su constitución litológica. Cierta adelgazamiento es, en cambio, más frecuente en algunas secciones de diques elásticos que, en la faz del acantilado local, se aproximan al extremo superior de la yacencia (fig. 10). En casos semejantes incluso, se advierte una parcial sustitución o bifurcación del cuerpo si es viable aceptar que, por lo menos, en estos asomos la ocurrencia procede de mazas desplazadas originalmente al formarse

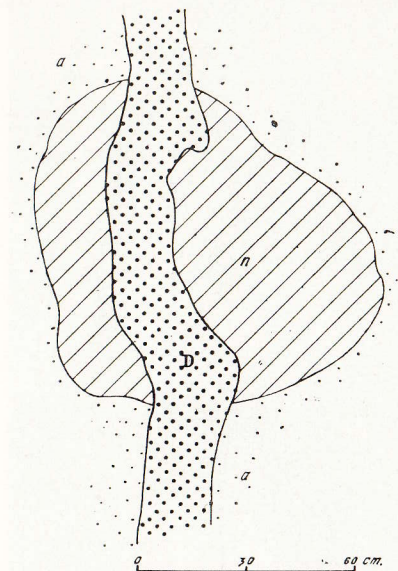


Fig. 8. — Vista del extremo posterior visible que contiene el nódulo, conforme a la descripción de la figura anterior. El material del nódulo (n) es de arcilla margosa compacta y rodea parcialmente el dique clásico (D) compuesto de arenisca, arcillosa y margosa, igualmente resistente.

por inyección de tipo lateral u horizontal. Es que a corta distancia y hasta arriba termina el desarrollo de estos diques elásticos contra una barrera de techo formada por sedimentitas del tiempo neógeno (figs. 5 y 6).

Areniscas finas, margosas, cementadas, de color verde grisáceo a castaño, en corte fresco, son los constituyentes esenciales de los filones elásticos aludidos. Por excepción se nota en ellos un sedimento psammítico más grueso donde parece declinar el contenido de marga. Como consecuencia de su composición areniscosa y gran

compacidad y resistencia, en parte han resistido a la erosión, más que la roca de campo en que se incluyen y muestran por lo común un borde superior irregularmente aserrado, aunque algo romo, en

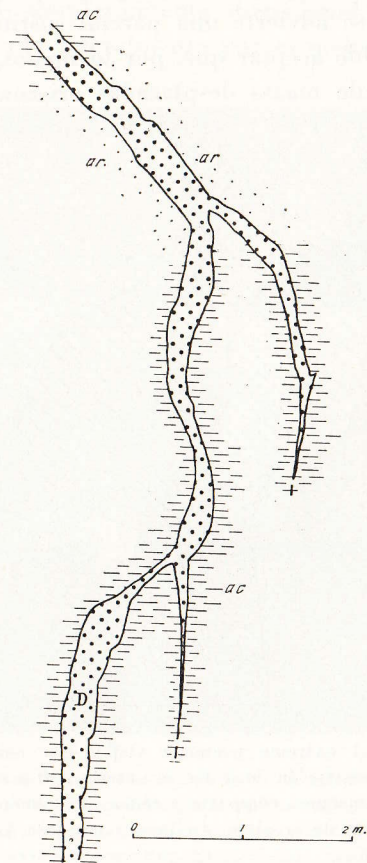


Fig. 9. — Otro pormenor del dique clástico de la figura 6, que revela la excepcional formación apofisiaria del cuerpo del carácter tan solo local en este grupo de filones clásticos de Tierra del Fuego. D, dique clástico; ar y ac, areniscas y arcillas, respectivamente, de la sucesión terciaria.

los tramos de naturaleza margosa. Las superficies laterales de los diques clásticos locales son muy definidas y lisas; están a veces pigmentadas por limonita y manganeso.

Diques clásticos regulares, parecidos a los que fueran precedentemente mencionados, afloran sobre la margen derecha del río Ewan,

a menos de un kilómetro al norte del lugar en que la llamada ruta complementaria "a" se une a la ruta nacional 3. Por lo menos en cuatro lugares diques de este tipo aparecen en las barrancas locales, no muy altas. Tienen breve desarrollo a la vista, de la que desaparecen muy cubiertos por terrenos morrénicos. A 850 m del aludido empalme puede examinarse en el área indicada un dique clástico

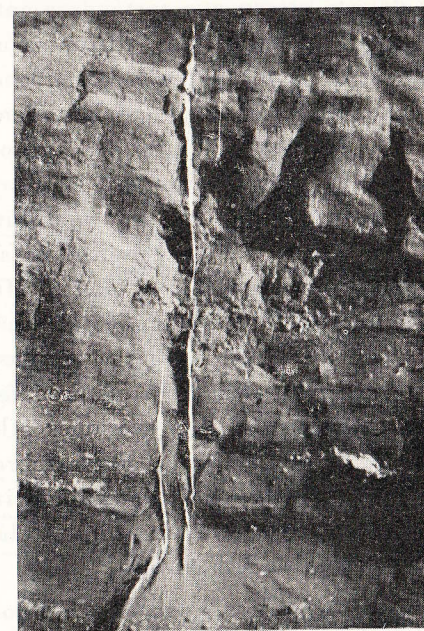


Fig. 10. — Cabo Viamonte, Tierra del Fuego. Secciones parciales de diques clásticos angostos laminares y acunados localmente. Se relacionan con las intrusiones clásticas de la misma zona, la cual se halla compuestas por capas del Terciario, en facies continentales y marinas.

de rumbo S 50° E, aproximadamente, el cual acusa una inclinación de casi 85° al nordeste. Su espesor es de 1,20 a 1,70 m. Como en el caso de otros diques vecinos, no es posible asegurar si en realidad no pertenecen a los de tipo entrecruzados, frecuentes y característicos de la zona del río Ewan, según lo que podrá advertirse tras las descripciones que, al efecto, se consignarán en el apartado siguiente de este trabajo.

El cuerpo clástico que Windhausen (1923 p. 273, fig. 14), examinara cerca de Punta de las Ostras, Comodoro Rivadavia, Chubut, en el

miembro superior del Salamanquense, cabría, como otros del sector sudeste de la misma provincia, semejantes en estructura geológica, dentro del tipo mencionado de diques clásticos regulares, pese a su ligero flexionamiento que muestra en la porción media del afloramiento.

c) *Diques clásticos entrecruzados*. — Se agrupan bajo esta designación los cuerpos de este origen que cortándose entre sí determinan a trechos una estructura casi reticular, discontinua, no obstante el hecho de que independientemente y por largos trechos los diques son, en general, regulares en su desarrollo y emplazamiento. El área conspicua en que yacen los mismos en Tierra del Fuego es la que se extiende al naciente del valle deprimido del río Ewan (fig. 1). Los desmontes y cortes naturales del terreno, que hienden el paisaje colinoso local, son otra vez el campo propicio para la ejecución de las respectivas observaciones geológicas. Los perfiles son simples. Sobre la margen derecha del río mencionado a escasa altura sobre el mismo el Terciario, compuesto de margas y arcillas en lo principal, de color verdoso o verde amarillento a grisáceo, está cubierto por sedimentos glaciares cuaternarios. Las secciones aflorantes de capas cenozoicas llegan hasta unos 20-25 m de altura sobre el nivel fluvial contiguo. Los escarpes tienen pendiente pronunciada y sobre sus superficies son por demás llamativos los diques clásticos, pese a la limitada extensión aflorante de los mismos.

Sobre la ribera izquierda del río Ewan los aludidos diques clásticos afloran discontinuamente a lo largo de un trecho de unos 3,5 km, contiguo a la unión de la ruta nacional 3 con el camino complementario "a". En este sector, según lo anteriormente expresado, además de los diques clásticos específicamente aquí tratados, asoman los que se asemejan a formas de tales en el tipo regular. En cuanto a los de naturaleza entrecruzada cabe dar sus pormenores de yacencia característica conforme a la síntesis que se ofrece a continuación.

Semejantes diques clásticos se componen de masas de arenisca gris verdosa algo friable en la superficie y decididamente compacta en el corte fresco. El grano del sedimento es uniforme: coincide con el de una arenisca de grano fino a mediano. Los pequeños clastos silíceos son esféricos, ovoidales o planos. Pequeños clastos angulosos son macroscópicamente visibles en el conjunto. A veces alcanzan dimensiones superiores a las de cualquier otro fragmento, exceptuando las

de aquellos incluidos en el dique clástico de arenisca algo silícea, por lo que transmiten a éste un aspecto aparente de brecha. Donde ocurren se notan ensanches en el filón psamítico intrusivo. El sistema entrecruzado de diques clásticos está compuesto por cuerpos de rumbo Este-Oeste entre los que se interponen otros de rumbo Norte-Sur (fig. 11). El espesor es de 10-15 cm como máximo. Por excepción

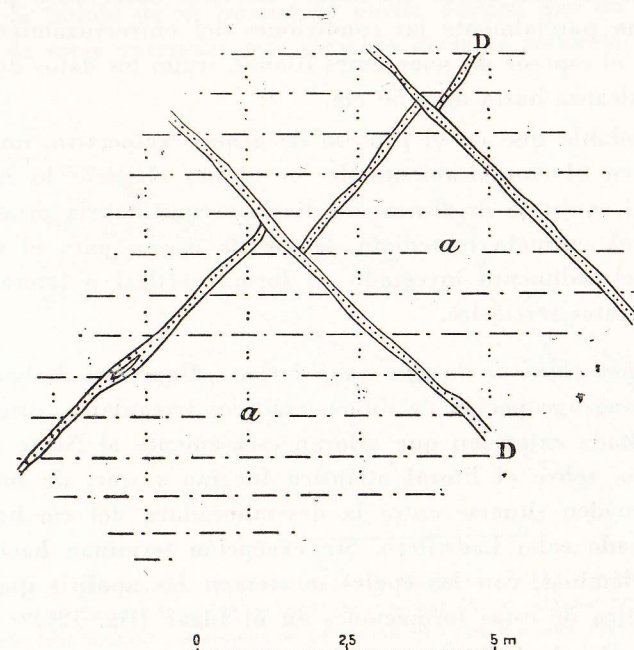


Fig. 11. — Afloramientos de diques clásticos (D), en arcillas (a) de fecha terciaria, sobre la margen derecha del río Ewan, Tierra del Fuego. La Ruta Nacional 3 surca la base de los asomos. Representan los diques a un tipo de yacencia entrecruzada, con ligera secuencia entre sí en el proceso de formación.

engloban nódulos o intercalaciones pequeños. Los límites con las cajas son tajantes. Seguramente el entrecruzamiento mencionado no es necesario explicarlo sobre la base de un carácter estricto de formación de dos generaciones distintas de diques en el tiempo. La formación se habría resuelto mediando simplemente un intervalo, seguido de una reactivación del proceso de inyección y desplazamiento filoniano, durante el cual se desarrolló la complementaria génesis tardía de los diques, que aparecen cortando a los anteriores en la

superficie de las barrancas expuestas a la observación. Ambos grupos de diques clásticos presentan idéntica composición litológica en todos los lugares donde es posible efectuar observaciones al respecto.

Los diques clásticos descriptos se presentan en forma discordante dentro de sus cajas. Excepcionalmente se acomodan subparalelamente, o sea en concordancia en locales y cortos recorridos. A un kilómetro al Sur del río San Pablo los diques clásticos observados por Prozzi¹ revelan parcialmente las condiciones del entrecruzamiento y en ese sector el espesor de semejantes filones, según los datos del mismo geólogo, alcanza hasta unos 50 cm.

Es indudable que en el proceso de génesis respectivo, un rol importante en el emplazamiento de los diques clásticos lo ha representado el conjunto de fisuras de diaclasas que habría resultado incluso en el subsuelo inmediato, la vía de acceso para el desplazamiento del sedimento inyectado en forma vertical o lateral dentro de los estratos terciarios.

d) *Diques clásticos de tipo apofisiario.* — Bajo esta designación se describe una agrupación de diques clásticos irregulares, discontinuos y de limitada extensión que afloran escasamente al Norte del cabo San Pablo, sobre el litoral atlántico fueguino y que, de modo más preciso pueden situarse entre la desembocadura del río homónimo y el llamado cabo Ladrillero. Sin excepción terminan hacia arriba en finas láminas, con las cuales se cierran las apofisis que son la característica de estas formaciones en el lugar (fig. 12).

En el cabo Ladrillero y alrededores las barrancas más altas no exceden de los 20 m sobre el nivel del mar. En una sección más completa de las mismas se reconocen de abajo hacia arriba: 1, areniscas gris verdosas, débilmente compactadas; 2, arcillas grises, homogéneas; 3, areniscas amarillentas, poco margosas, y 4, areniscas grises. En suma: una sucesión de capas, de sedimentación marina, que totalizan 17,50 m de potencia a la vista. En medio de las arcillas grises, de unos 10 m de espesor, se observan los diques clásticos apofisiarios, algunos de los cuales tienen una anchura de casi 40 cm. Hacia abajo estos cuerpos penetran en los sedimentos areniscosos de la base de la barranca que se ha descripto. Su distribución en profundidad debe aceptarse indubitablemente, conforme a los caracteres

¹ Comunicación oral.

revelados en la mayor parte de otros diques fueguinos, objeto de precedentes descripciones en este trabajo. Aunque una pequeña cubierta moderna corona a los depósitos terciarios en el corte local, los diques clásticos no sobrepasan su techo. Hasta donde se alcanzan en medio de sus cajas sugieren constituir la culminación de un sistema de diques, apenas proyectado a cotas superiores a las del actual nivel de agua oceánica.

Pese la índole de su estructura puede decirse que en general el rumbo de estas yacencias está dirigido hacia el sudoeste y la incli-

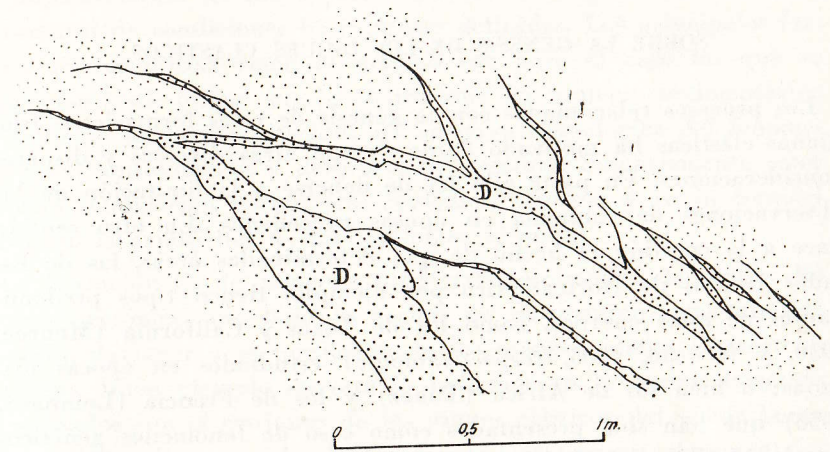


Fig. 12. — Diques clásticos apofisiarios (D) formados en arcillas areniscas terciarias de la costa atlántica fueguina, al norte de cabo San Pablo. Algunos cuerpos pequeños son lentiformes. Los asomos no presentan sino una limitada distribución en el área de la baja barranca local.

nación de las mismas es acentuada llegando algunas láminas a emplazarse cerca de la posición vertical.

La composición no difiere en estos casos de la que fuera comprobada en los diques de las restantes áreas de Tierra del Fuego, salvo en lo que atañe a las pequeñas variaciones litológicas que íntimamente modifican a veces la textura de tramos cortos aflorantes. Una masa de arenisca gris amarillenta ligeramente arcillosa forma a estos filones muy consistentes y de neta diferenciación entre sus cajas. Las paredes muestran pátinas limoníticas escasas, pero un leve matiz castaño pudo observarse en la parte superior de estas acumulaciones clásticas. Por lo que concierne a la textura ha de se-

ñalarse su marcada regularidad, raramente modificada por la aparición de elastos medianos que en superficie resaltan por el efecto de la erosión cólica. Sólo muy pequeños fragmentos calcáreos que inducen a admitir una procedencia desde restos fosilíferos, fue advertida en la base del dique clástico mayor (fig. 12) donde la cubierta de la playa alcanza el borde del acantilado. Pequeños fragmentos de estos diques también fueron hallados, a su vez, mezclados con la arena de la costa no lejos del mar y frente a los afloramientos mencionados.

SOBRE LA GENESIS DE LOS DIQUES CLASTICOS

Los procesos relacionados con la génesis de estas formaciones filonianas clásticas ha motivado desde tiempo atrás diversas y dispares consideraciones. En parte ello ha de deberse a la limitación de las observaciones de campaña en épocas precedentes. En otro sentido hace a la cuestión el hecho de que determinadas áreas, las de Estados Unidos de Norteamérica por ejemplo, tienen tipos predominantes de estos cuerpos, como los de Texas y California (Monroe, 1950, y Newson, 1903, respectivamente) estudiados en épocas distintas; o bien los de Africa (Túnez) y los de Francia (Lombard, 1956) que han sido presentados como caso de fenómenos genéticos restringidos. Estos y otros elementos descriptivos y críticos obviamente importan para la exposición del presente capítulo destinado en lo esencial al examen de la génesis de los diques clásticos de Tierra del Fuego.

Conforme a Schrock (1948, p. 215) en los Estados Unidos de Norteamérica la formación de los diques clásticos afecta a rocas y a depósitos de sedimentos respectivamente comprendidos desde el tiempo precámbrico al pliocénico, inclusive. Lombard (1956, págs. 335-336) se ha referido a diques típicos de esta génesis reconocidos en la sucesión de capas del Terciario (Numidiense) tunecino y tales del Pérmico (Autunense) de la cuenca de Autun-Epinac en el territorio metropolitano francés. En la región fueguina de la Argentina, según lo oportunamente señalado en páginas anteriores, los diques clásticos locales tienen su ocurrencia en medio de capas del Terciario, hasta del Neocretácico-Terciario. En Chile, afloramientos de cuerpos semejantes cortan a estratos del Cenozoico en la zona

próxima a Punta Arenas¹. En el Oeste argentino no faltan manifestaciones clásticas de naturaleza similar aunque muy probablemente asociadas a rocas de campo de mayor edad, de lo cual se dará una debida referencia de carácter geológico al término de este capítulo específico.

El análisis geológico sistemático tendiente a establecer el cuadro de la génesis de los diques clásticos, fundado en el caso de aquellos que asoman en el terciario de Tierra del Fuego ha de comprender cuanto menos, un examen integral del mecanismo que culmina con el emplazamiento de los diques clásticos en campo estratigráfico y estructural de condiciones básicamente definidas. Los principales factores que se estima rigen el proceso son para el caso los que se mencionan: *a)* origen de la fisuración; *b)* relleno sedimentario; *c)* vehículo de la depositación; *d)* relación cronológica del fenómeno, y *e)* consolidación y deformación eventual. Sumariamente estos factores implicarían pormenores geológicos diversos y en lo esencial caben en la exposición de los siguientes términos.

La fisuración ha de coincidir principalmente con el desarrollo del proceso tectónico que bajo la acción de compresión, más que de tracción, da lugar a la formación de los grandes planos de corte o diaclasas. Buen ejemplo de esto lo hallamos en la región fueguina relacionados con el conjunto de los diques clásticos del sector Loma Tausen-Cabo Viamonte donde los mismos pertenecen claramente a un sistema diaclasado local caracterizado por sus planos de corte intersectados (fig. 4). No menos semejantes son para el caso los diques clásticos de la margen derecha del río Ewan (fig. 3) descriptos en páginas anteriores como diques de tipo entrecruzado. El carácter irregular o apofisiario de otros diques clásticos examinados en dicha región austral deben desvincularse tal vez del cuadro de conjunto de estas estructuras ya que parecen corresponder simplemente a las culminaciones de cuerpos clásticos intrusivos de condición normal o de mejor yacencia regular en el subsuelo. Lombard (1956, p. 335) sostiene para el caso de los diques clásticos del Terciario (Numidiense) de Túnez, Africa del Norte, y descriptos por Gottis (1953), que la fisuración (agrietamiento) del complejo sedi-

¹ Precedente información oral del extinto Dr. J. Felsch. Para la Isla Riesco y Península Brunswick, Decat y Pomeyrol (1931) han descripto algunos cuerpos clásticos contenidos al parecer en sedimentitas neocretácicas.

mentario en el cual los mismos yacen se relacionaría con asentamientos de fondo de cuenca, producidos por los ajustes de bloques de su basamento. La apertura de las grietas, empero, parece en este caso guardar vinculaciones, incluso, con los fenómenos de compactación diferencial en las series subsiguientes, y a ello adhieren Termier y Termier (1956, págs. 103-104) al examinar los casos mencionados por Pruvost (1943 y 1954) y el propio Gottis (1953). Debiera señalarse el significado que, en alguna medida, tendría la formación de grietas superficiales por derrumbes de terrenos acuíferos infrastantes, cuando ocurren pérdidas o empobrecimiento del volumen hídrico con carácter excepcional; así, en Santiago del Estero, por ejemplo, algunas fisuras estrechas de este origen no revelaron sino un relleno parcial y tardío, cuando acontecieran unos tres lustros atrás, aproximadamente¹. Las fisuras o grietas sísmicas, de acuerdo con los datos proporcionados por Oldham y Mallet (in Newson, 1903, p. 259) y de los que se derivan de la síntesis ofrecida por Schrock (1948, págs. 213-214) han facilitado la formación de ciertos tipos de clásticos de data contemporánea.

En la cuenca de Chasicó, en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires, entre la laguna y el curso medio (a superior) del arroyo, homónimo, llaman decididamente la atención numerosos planos de corte, de traza vertical y tendidos sin mayor orden estructural, que hienden a los sedimentos del Terciario más alto. No muestran allí sino por excepción relleno de un material calcáreo, con restos de *Littoridina* sp., porciones del cual se logró observar en el lecho del arroyo Chasico en placas fragmentadas y algo flexionadas de unos 15 cm de espesor. Serían éstas un caso interesante de grietas rellenadas sin efecto o acción de inyecciones líquidas o gaseosas, o combinadas. En suma: en principio es adecuado aceptar que la fisuración puede ser debida a causas diversas, entre ellas las vinculadas a fenómenos de asentamientos, de compactación diferencial sísmicos, u otros. Más, en lo que atañe a aquellas que constituyen el espacio de depositación filoniano de los cuerpos clásticos de Tierra del Fuego, es indudable que ellas han tenido origen en procesos tectónicos de compresión cuyos rumbos son dominantes en medio de un sistema ampliamente difundido y visible en la zona oriental de la isla. En el sentido vertical los diques clásticos tienen un desarrollo

¹ Datos recogidos en Salta (1953), en la zona del río Urueña.

de 25 a 30 m de altura o desnivel, y en parte más, teniéndose en cuenta que se proyectan en el subsuelo de las costas fueguinas por debajo del plano de la playa actual. Es de advertir que cortan dentro del Terciario a miembros y capas de distinta composición y posición secante. Al parecer es distinto el cuadro que presentan en su yacencia los diques observados por Diller (1890) en Estados Unidos, sobre los cuales el propio Lombard (1956, p. 335) aludió al hecho de que las mencionadas fisuras no exceden los límites de un determinado depósito o monofase de sedimentación (miembro sedimentario monosecante o capa de gran espesor hasta formación monotemática, podría entenderse en la respectiva circunstancia). Si se acepta que los diques o yacimientos de hidrocarburos sólidos (asfaltitas) reproducen las condiciones de génesis de los diques clásticos (Borrello, 1956, págs. 352-358), entonces cabe señalar que la fisuración alcanza a niveles profundos, al punto que el depósito asfaltífero de Mallín Largo, Mendoza, si bien que irregular, ha sido cortado por sondeo de exploración en el subsuelo, a unos 270 m de desnivel respecto de la cota de la boca del pozo en superficie (cota: unos 2.000 msnm).

El relleno de los diques clásticos es principalmente material psamítico. Sin excepción, desde el valle del río Grande a cabo San Pablo, la filonación clástica coincide con la presencia de masas de areniscas compactas, granulométricamente uniformes con clastos medianos a finos por lo común. Se trata de un sedimento compactado que llega a caracterizarse en el territorio fueguino por mostrar a veces variaciones litológicas ligeras motivadas por la incorporación de materiales margosos y arcillosos que participan de la constitución de la parte clástica y hasta de su matriz. Diques de arena, grava, arenisca petrolífera, silt, arcilla, asfaltita y de otra composición litológica han sido indistintamente enumerados por diversos autores en los últimos años, lo cual ha sido reiterado por Schrock (1948, págs. 214-15). Es en consecuencia obvia la variabilidad de la composición de estos cuerpos, en los cuales se ha comprobado a la vez la incorporación accesoria de minerales como mica y marcasita anotada por Monroe (1950, págs. 142-43) uranio y otras sustancias minerales, acaso menos frecuentes. Pruvost (1954), al referirse al dique clástico de Veuville, Francia (in Lombard, 1956, p. 335) ha señalado la formación de una lente de arcosa gruesa, o grava, intercalada entre pelitas. Diques de arcilla son los que componen la estructura de

tipo filoniano enriquecidos con minerales radiactivos de cañadón Gato, Chubut. Como fuere en cada área los diques clásticos parecen estar constituidos por un tipo litológico que es propio al conjunto de yacencias que integran. En el caso específico de Tierra del Fuego, los diques examinados, y según fuera dicho, se componen de arenisca con leves cambios parciales que no modifica la composición y la textura dominantes de los mismos. Nódulos o geodas han sido señalados en la masa de diversos diques clásticos. Así, los primeros deben reiterarse en la yacencia de los diques irregulares descriptos del valle del río Grande, en tales, regulares, de Loma Tausen, y en los de tipo entrecruzado del sector del río Ewan, todos tratados en el presente estudio. Por su parte, Windhausen¹ apunta la presencia de geodas calcáreas alineadas en las salbandas del dique clástico de Punta de las Ostras (Punta Peligro), al Norte de Comodoro Rivadavia, Chubut.

Considerando la frecuencia con que los diques clásticos se presentan en las regiones petrolíferas, ha sido un hecho en general aceptado por los geólogos, que este tipo de formaciones intrusivas clásticas, han alcanzado el sitio de su emplazamiento como consecuencia de la fluxión o fuga violenta de masas gasíferas ligadas a depósitos de hidrocarburos contenidas en estructuras del subsuelo. Al explicar la génesis de los yacimientos de asphaltitas, la inyección de gas fue considerada como medio o vehículo paroxístico, factor ponderable en el mecanismo del emplazamiento respectivo (Borrello 1956 y 1961). No es imposible que en la formación de los diques clásticos, juntamente con las masas gasíferas intervenga el agua en la acción ascendente del vehículo; tal vez serían estas aguas confinadas como las que suelen hallarse, hasta salinizadas, en los grandes reservorios de explotación petrolífera profunda. En su medio de transporte natural, como residuo detrítico de sedimentos preexistentes, o bien bajo un estado de tipo coloidal (Lombard, 1956, p. 335) tales depósitos hasta convertirse en verdaderos diques clásticos han surcado rocas graníticas (Schrock, 1948, p. 219) o lavas basálticas. Otros depósitos cortados por idénticas filonaciones son margas, calizas, lechos de carbón mineral (Stutzer, 1900, pp. 394-399), conglomerados, areniscas o arcillas. La acumulación de sedimentos en los denominados diques clásticos de relleno superficial, no ha de implicar en principio, la

¹ WINDHAUSEN, A. (1923), *op. cit.*, p. 213.

presencia de un vehículo en su proceso, por cierto más simple desde el punto de vista geológico, de su formación.

En cuanto a la relación cronológica de la génesis debe reconocerse que respecto de las rocas de campo que regularmente forman sus cajas, los diques clásticos resultan ser cuerpos de emplazamiento indudablemente epigenético. Es éste un carácter geológico decisivo desde que los mismos atraviesan en secuencia ulterior a rocas y masas sedimentarias de diferente composición y edad. Gottis (1953) considera, a su vez intraformacionales a los diques clásticos considerados a través de sus investigaciones; con ello surge la tendencia de indicar una vinculación en cierto modo singenética entre dichos cuerpos y la formación sedimentaria que los encierra. Con todo, en semejante caso, siempre habría que reconocer aún la mediación de un lapso, aunque breve, entre la sedimentación original de las capas sedimentarias y el sellado de sus fisuras o espacios trocados en la pertinente depositación de los diques clásticos. Sin embargo conviene aludir a la observación formulada por Newson (1903) escogida entre los materiales de ilustración ofrecidos por Schrock (1948, fig. 173) en su obra más moderna, donde se representa el caso en el cual una arenisca bituminosa, geológicamente bien definida, secciona a masas sedimentarias diatomáceas del Terciario de California, a las que penetra incluso mediante su inyección lateral. No faltan, por supuesto, otros ejemplos similares que establecen con claridad la índole epigenética de estas acumulaciones clásticas. Diller (1890) ha preferido expresarse por un carácter singenético respectivo, desarrollado en su opinión en el decurso del proceso de lapidificación de los depósitos sedimentarios que alojan cuerpos de la naturaleza indicada.

Desde 1872, finalmente, en que Oldham y Mallet describieron de la región de Cachar, India (in Newson, 1903, p. 259) la génesis presenciada de diques clásticos, derivada de la acción sísmica ocurrida a la sazón, parece confirmado el principio de la epigénesis de estos cuerpos en medio de formaciones sedimentarias. El vehículo hídrico desplazado desde los niveles freáticos sin duda que habría contribuido al rápido desenvolvimiento del proceso.

La consolidación de los diques clásticos constituye un aspecto geológico de relativa importancia en el cuadro de análisis genético. No es, con todo, imposible que la compactación ocurra inmediatamente después de la penetración del sedimento en la fisura. Con la evo-

lución estructural del área y sobre todo como consecuencia de ajustes y amoldamientos regionales y locales, los diques adquirirían su estado de rigidez final. Diaclasas y planos de corte menores aparecen seccionando su masa entonces con variable acentuación y frecuencia. En la ladera austral del río Grande de Tierra del Fuego el dique clástico irregular representado en la fotografía de la figura 3 de este trabajo muestra el carácter de la fisuración que incide sobre el cuerpo. En este caso el seccionamiento parece estar relacionado con la disposición estructural del dique clástico, inclinado y de postura oblicua respecto de las líneas subhorizontales de estratificación del conjunto sedimentario que atraviesa. Gottis (1953), a propósito de indicios de alteración en tales filones, ha descripto la existencia de pequeños pliegues en su masa para los afloramientos estudiados en la región de Túnez.

En ningún caso ha podido observarse en los diques clásticos de Tierra del Fuego remoción del límite primario contra la pared de sus cajas. La línea de separación entre caja y filón psamítico, que es frecuentemente bien definida, conserva su notoria disposición de origen.

Dado el carácter de su génesis los diques clásticos cortan las más de las veces discordantemente a las formaciones terciarias y hasta cretácico-terciarias de la región fueguina. Esto podría considerarse una consecuencia clara del proceso ascensional del flujo gasífero que intruyera depositando materiales sedimentarios. Contra terrenos compactos que en el techo se constituyen en barreras de contención, la inyección se hubo de rebatir o dispersar, y de ahí que en las culminaciones de los diques clásticos fueguinos se observen adelgazamientos y apofisis y hasta lentes que advierten localmente los efectos de una o más vías pequeñas de inyección lateral. En el sector del río Ewan fueron examinados excepcionalmente diques clásticos de disposición concordante. En otros casos trechos parciales de diques clásticos discordantes denotan disposición o tendencia a un emplazamiento concordante con las formaciones sedimentaria de caja (fig. 12). Lombard (1956, p. 335-336) cita el caso del *sill* clástico, compuesto de grava de arcosa, que en Veuville, Francia, fuera reconocido por Pruvost (1954). En Mendoza y Neuquén se conocen venas concordantes de asphaltita dentro de sedimentos mesozoicos (Borrello, 1956, págs. 369, 386, 397 y otras).

Faltan al parecer en el área de Tierra del Fuego los diques clás-

ticos formados en grietas de fondos de cuenca y rellenados por acción gravitacional directa, por supuesto sin proceso alguno de inyección. Es este el tipo llamado "primario" por Monroe (1950, p. 143-144) al que anexa otro que denominara "secundario" derivado, al parecer, de los mismos de relleno gravitacional por proceso de compresión lateral por lo que estos diques de formación ulterior yacen adyacentemente a estos tras de soportar en su respectiva génesis los efectos de inyección sedimentaria. Cross (1894, p. 225-230) menciona el caso de diques de relleno gravitacional o desde un límite o nivel superior, de gran anchura, pero como quiera que esto sea convendría distinguir con la designación de verdaderos diques clásticos a aquellos que se han originado ascensionalmente y como resultado de fenómenos inyectantes primarios. Esto vale, cuando menos, el extraer una rápida conclusión de conjunto sobre la geología y la génesis de los diques clásticos de Tierra del Fuego, que acaban de ser considerados en las páginas precedentes.

Para los diques fueguinos que han sido objeto de las presentes consideraciones puede admitirse la edad de su formación, o emplazamiento, dentro del lapso neógeno. Fue dicho en páginas anteriores que, tras su carácter epigenético, estos cuerpos se distribuyen verticalmente en las secciones aflorantes de la zona marítima en medio de capas de fecha neocretácica a Terciaria superior. Como en el valle del río Grande no cortan a los conglomerados que formarían la base de los Estratos de Cullen comparados con los sedimentos santacruceses de la Patagonia parecería que el Plioceno contiene al proceso de su génesis. Sin embargo, si semejantes conglomerados no pasan de ser simple barrera de expansión, entonces tendríase que la edad de la formación de estos filones clásticos podría ser aún menor y hasta alcanzaría a proyectarse al tiempo pliocénico, inclusive.

Otros diques clásticos de la Argentina

Fuera de los descriptos otros diques clásticos identificados en el territorio argentino hasta el presente, conforme a la información bibliográfica y datos propios del autor de este trabajo, son en síntesis los siguientes:

A los aludidos por Darwin (1876, p. 439-440) del sector al Norte de Puerto Descado, Santa Cruz y por Windhausen (1923, p. 212-213) de la zona de Punta de las Ostras, al Norte de Comodoro Rivadavia,

Chubut pueden agregarse los datos geológicos relativos a afloramientos de diques clásticos mencionados para el área oriental de la Provincia de Neuquén. En el borde oestesuroeste del cerro Granito, en la inmediación del cerro Lotena, Suero¹ ha indicado el asomo de un dique clástico, formado por masas de caliza fosilífera del Liásico interpuesto en medio de rocas graníticas del basamento. Se trata de un cuerpo regular formado acaso por relleno (?) y cortado por diaclasas transversales a su rumbo. El mismo geólogo ha figurado otro dique clástico de la misma composición y relaciones geológicas localizado en el sector noroeste del mencionado cerro Granito². A la vez, del flanco austral del cerro Lotena ha proporcionado elementos de juicio que ilustran sobre el desarrollo de diques clásticos regulares y aparentemente entrecruzados que intersectan sedimentos psefiticos continentales de edad jurásica superior. Se componen de material arenoso, fino y calcáreo.

En Neuquén, sobre la margen izquierda del río homónimo, aguas arriba del paso Huitrín, asoman en sedimentos cretácicos numerosos diques clásticos, angostos, irregulares y de recorrido local. Están compuestos por areniscas verdosas, compactas y de grano fino a mediano. Coinciden en su distribución, por lo común, con la fisuración determinada por los planos de las diaclasas de compresión. En la misma provincia, no lejos del valle del río Limay, donde se extienden las pertenencias de la mina "Jorge Newbery" masas clásticas del tipo "erosion river" (Stutzer 1948) cortan a mantos de carbón bituminoso y se integran de una masa de arcilla que incluye clastos asociados o dispersos del tamaño a veces mayores al de una nuez; parecen en parte ser más un depósito de relleno que un verdadero cuerpo proveniente de un proceso de inyección profunda o lateral con intervención hídrica. Los gases serían los emanados del carbón, el que presenta evidentes indicios de metamorfismo térmico asociado al vulcanismo neoterciario.

Sobre el río Colorado, en el extremo sur de Mendoza, asociadas a las yacencias de hidrocarburos sólidos, el autor ha examinado también intercalaciones clásticas, compuestas de sedimentos margosos,

¹SUERO, T. (1942). *Sobre la tectónica del Jurásico superior y del Supracretácico en los alrededores de cerro Lotena (Gobernación del Neuquén)*. Tesis N° 4, Mus. La Plata (cita Lám. VI, fig. 1).

²SUERO, T. (1951), *op. cit.* (cita en Lám. III, 2 y Lám. VI, 1).

en bandas delgadas, que se disponen paralelamente en el centro y los flancos de vetas verticales de asphaltita. Un ejemplo lo constituyó el caso de la veta 3 de asphaltita de sierra de Reyes, en el área de las minas de estas sustancias combustibles de propiedad fiscal. De acuerdo al reconocimiento geológico, los cuerpos clásticos denotan un manifiesto carácter epigenético y representarían una fase final de emplazamiento en el área con el que se completa el ciclo de formación de yacimientos asphaltitíferos, tenidos, como es obvio, de una génesis intrusiva y directamente relacionada con la fuga violenta de masas de gas provenientes del subsuelo profundo.

En capas neocretácicas, que componen el relieve surcado por el valle del río Chalia, Santa Cruz, pueden observarse pequeños filones de arenisca en planos de diaclasas que de algún modo reproducen las condiciones geológicas de diques clásticos. En la misma provincia, Teruggi¹ tuvo ocasión de reconocer brevemente un afloramiento de dique clástico en el sector que se extiende al poniente del lago Argentino, contiguamente al Ventisquero Ameghino. El cuerpo clástico, de más de un metro de potencia, compuesto de una masa de arenisca oscura y compacta, hallase intercalada en los sedimentos lutíticos del Mesozoico superior. Afloramientos de diques clásticos se advierten en el flanco occidental del cerro Cazador (Chile) próximos al camino de acceso de Castillo, al cerro Payne.

En la provincia de Buenos Aires algunos diques clásticos, a trechos bien expuestos a la observación, asoman en medio de las dolomías de las Sierras Bayas (Olavarría) en el corte abandonado de la antigua cantera de L.O.S.A., donde se advierten regulares y hasta entrecruzados, aunque de extensión aparentemente breve. Fueron éstos, en sumaria referencia, aludidos por Nágera en años anteriores². Diques del tipo "pipe", rellenos desde la superficie por materiales pampeanos o recientes, de tamaño reducido, fueron vistos por el autor, una década atrás, al sur de Barker, en el techo de las grandes explotaciones de calizas oscuras.

Hasta dónde han llegado nuestros estudios ninguno de los sectores enunciados presenta las salientes características geológicas respecto

¹Información oral.

²NÁGERA, J. J. (1919). *La Sierra Baya*. An. Minist. Agric., secc. Geol. XIV, 1 (cita en fig. 2, lám. 6). — (1940). *Tandilia*. Fac. Humanidades, Univ. Nac. La Plata, XXIV, t. 1, 261 p., láms. I-XXXII (citas: pp. 123-124, lám. IV).

de los diques clásticos, que ofrece el cuadro singular comprobado para el caso en el área marítima de Tierra del Fuego. Tal vez, la que fuera del campo fueguino importe para trabajos futuros, sea la comarca que en la provincia de Neuquén, y sobre la margen izquierda del río homónimo, se extiende al poniente del paso Huitrín, donde afloran los diques en gran número y en parte se los puede examinar en relación con la formación de los yacimientos de hidrocarburos sólidos, de considerable distribución en sus alrededores.

CONCLUSIONES

En base de los datos expuestos pueden consignarse para el presente estudio las siguientes conclusiones de carácter geológico.

En Tierra del Fuego los diques clásticos que asoman en la zona marítima y principalmente sobre el mismo borde costanero, desde el valle del río Grande al área situada al sur de cabo San Pablo, con sentido descriptivo han sido reunidos en cuatro grupos característicos: irregulares, regulares, entrecruzados y apofisiarios. Son, en todos los casos, emplazamientos filonianos de tipo epigenético y cortan a estratos marinos y continentales del Neocretácico a Terciario, sobre todo a los de esta última edad. Se componen especialmente de areniscas de tonos verde amarillento. Proceden de fenómenos de inyección de gas, o hasta gas y agua. El fluido se vincularía a los yacimientos petrolíferos del subsuelo fueguino, del que pudo haber migrado desde sus reservorios de acumulación original. No fue comprobado en ningún caso la existencia de diques clásticos de relleno gravitacional en grietas de piso de cuenca. Los de Tierra del Fuego son diques clásticos que integran un conjunto de estas depositaciones filonianas que resulta ser la de mayor importancia en el país por el número y desarrollo de sus manifestaciones. En general los cuerpos enunciados son casi sin excepción de carácter discordante y su edad podría ser determinada en el tiempo Terciario superior o Pleistoceno. Vale sugerir efectuar estudios complementarios en el territorio fueguino al sur de San Pablo y sobre la zona meridional y andina de la isla, de donde no se dispone de informaciones geológicas al respecto. Fuera de la comarca fueguina otra zona a considerar a los mismos efectos es la del río Neuquén, margen izquierda, aguas arriba del paso Huitrín, donde aparecen numerosas manifestaciones, sólo localizadas y sin estudios minuciosos al presente, en la proximidad de diversos yacimientos de hidrocarburos sólidos.

BIBLIOGRAFIA

- ASHLEY, G. H. (1899). *The coal deposits of Indiana*. — Dept. Geol. Nat. Resources. Ann. Rept., Vol. 23, pp. 1-1741.
- BERG, G. (1913). *Die Braunkohlenlagerstätten Schlesiens*. — Festschr. XII, allg. deutsch. Bergm. Vol. 1, Breslau.
- BLOOMER, R. O. (1947). *A tectonic intrusion of shale in Rockbridge County, Virginia*. — Jour. Geol., Vol. LV, pp. 48-51.
- BORRERO, A. V. (1956). *Recursos minerales de la República Argentina. III. Combustibles sólidos minerales*. — Mus. Arg. Cienc. Natur. "B. Rivadavia", Cienc. Geol., V, 665 p.
- (1961). *Sobre la génesis y posición sistématica de los yacimientos de asfaltita*. — Notas Mus. La Plata, XX, Geol. 73, pp. 11-20.
- CAMPBELL, M. R. (1904). *Conglomerate dikes in southern Arizona*. — Amer. Geol., V, 33, pp. 135-138.
- CASE, E. C. (1895). *Mud and sand dikes of the White River Eocene*. — Amer. Geol., V, 15, pp. 248-254.
- CRONEIS, C. (1930). *Geology of the Arkansas Paleozoic area, with special reference to oil and gas possibilities*. — Bull. Arkansas Geol. Survey, V, 3, pp. 1-147.
- CROSS, C. W. (1894). *Intrusive sandstone dikes in granite*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 5, pp. 225-230.
- DALY, R. A. (1926). *Our mobile earth*. E.U.A.
- DARWIN, C. (1876). *Geological observations on the volcanic islands and parts of South America, etc.* — 2ª ed. Smith, Elder Co., 647 p. Londres.
- DECAT, J. y POMEYROL, R. (1931). *Informe geológico sobre las posibilidades petrolíferas de la Región Magallánica*. — Bol. Min., Soc. Nac. Minería, año 47, vol. 43, nº 389, p. 763-772, Santiago de Chile.
- DILLER, J. S. (1890). *Sandstone dikes*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 1, pp. 411-442.
- ELDRIDGE, G. H. (1906). *The formation of asphalt veins*. — Econ. Geol. Vol. 1, pp. 437-444.
- FACKLER, W. C. (1941). *Clastic crevice fillings in the Keweenawian lavas*. — Journ. Geol., Vol. 49, pp. 550-556.
- FARMIN, R. (1934). *"Pebbles dikes" and associated mineralization at Tintic*. — Utah. Econ. Geol., Vol. 29, pp. 356-370.
- FRIESER, A. (1914). *Das herzynische Klüft system in den Kohlenmulden von Falkenau, Elbogen und Karsbad*. — Osterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. Vol. LXII, pp. 225-229.
- GLENN, L. C. (1904). *Fossiliferous sandstone dikes in the Eocene of Tennessee and Kentucky*. — Science (n.s.). Extracto. Vol. 19, p. 19.
- GOCUEL, L. C. (1952). *Traité de tectonique*. — 383 p. Masson. Paris.
- GOTTIS, CH. (1953). *Les filons clastiques "intraformationnels" du flysch numidien tunisien*. — Bull. Soc. Geol. France. 6ª ser. T. 3, fasc. 9, pp. 775-789.
- GREENLY, E. (1900). *On sandstone pipes in the Carboniferous limestone at Dwlban point, East Anglesey*. — Geol. Magaz. (n.s.) dec. iv. Vol. vii, pp. 20-24.

- GRESLEY, W. S. (1898). *Clay veins vertically intersecting coal measures*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 9, pp. 35-58.
- HAY, R. (1892). *Sandstones dikes in northwestern Nebraska*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 3, pp. 50-55.
- HILGARD, E. W. (1890). *Report on the asphaltum mine of the Ventura Asphalt Company*. — California State Min. Bur. 109. Ann. Rep. State Miner., pp. 763-772.
- HILL, R. T. (1901). *Geography and geology of the Black and Grand Prairies, Texas*. — U. S. Geol. Survey. 21 Ann. Rep., part. 7, pp. 382-383.
- JENKINS, O. P. (1925). *Clastic dikes of eastern Washington and their geologic significance*. — Amer. Jour. Sci. Vol. 10, pp. 234-246.
- (1925). *Mechanics of clastic dikes intrusion*. — Eng. Min. Journ. Press 120, p. 12.
- (1925). *Clastic dikes of southeastern Washington*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 36, p. 202.
- KALKOWSKY (1897). *Ueber einen Sandteingang und der Lausitzer Ueberschiebung bei in Sochsen*. — Abhandl. Naturwiss. Gessellschaft. I sis. Dresden.
- KELSEY, M. y DENTON, H. (1932). *Sandstone dikes near Rockwall, Texas*. — Texas Univ. Bull. 3201, p. 139.
- KRAMER, W. B. (1934). *Dolomite dikes in the Texas Permian*. — Journ. Geol. Vol. XLII, pp. 193-196.
- KRUGER, F. C. (1938). *A clastic dike of glacial origin*. — Amer. Journ. Sci. Vol. 35, pp. 305-307.
- KUGLER, H. G. (1938). *Nature and significance o sedimentary vulcanism*. — "Sci. Petroleum". Vol. I, pp. 297-299. Oxf. Univ. Press, N. York.
- LAHEE, F. H. (1941). *Field geology*.—McGraw Hill Book. 4ª impr., 853 p. N. York.
- LAWLER, T. B. (1923). *On the occurrence of sandstone dikes and chalcedony veins in the White River Oligocene*. — Amer. Journ. Sci. Vol. 5, pp. 160-172.
- LOMBARD, A. (1956). *Geologie sedimentaire*. — 772 p. Masson. Paris.
- MC CALLIE, S. W. (1903). *Sandstone dikes near Columbus, Georgia*. — Amer. Geol. Vol. 32, pp. 199-202.
- MC MILLAN, J. M. JR. (1931). *Clastic dike in Fort Hays chalk, Kansas*. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 15, pp. 842-843.
- MONROE, N. J. (1950). *Origin of the clastic dikes in the Rockwall area, Texas*. — Field and Labor. Vol. XVIII, 4, pp. 133-143. Dallas, Tex.
- MOORE, CH. (1880). *On abnormal geological deposits in the Bristol district*. — Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 37, pp. 67-82.
- NEWSON, F. J. (1903). *Clastic dikes*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 14, pp. 227-268.
- PAIGE, S. (1909). *The "Rockwall" of Rockwall, Texas*. — Science (n.s.). Vol. 30, pp. 690-691.
- PARKER, B. H. (1930). *Notes on the occurrence of clastic plugs and dikes in the Cimarron valley area of Unión County, New Mexico*. — Guia 4ª Field Confer. Colorado, New Mexico, Texas, pp. 131-136.
- PAVLOW, A. P. (1896). *On dikes of Oligocene sandstone in Neocomian clays of the District of Alaty, in Russia*.—Geol. Magaz. (n.s.) dec. iv. Vol. iii, pp. 49-53.

- (1953). *Clastic plugs and dikes of the Cimarron valley area of Unión County, New Mexico*. — Journ. Geol. Vol. 41, pp. 48-51.
- PRUVOST, P. (1943). *Filons clastiques*. — Bull. Soc. Geol. France. T. 13, fasc. 2, pp. 91-104.
- (1954). *Lesions internes et autocicatrisations dans une serie sédimentaire en cours d'accumulation*. — Ann. Hébert et. Haug., T. VIII, pp. 297-313.
- RANSOME, F. L. (1900). *A peculiar clastic dike near Ouray, Colorado, and its associated deposits of silver ore*. — Trans. Amer. Inst. Min. Engs. Vol. XXX, pp. 227-236.
- RUSSELL, W. L. (1927). *The origin of the sandstone dikes of the Black Hill region*. — Amer. Journ. Sci. Vol. 14, pp. 402-407.
- SCHROCK, R. R. (1948). *Sequence in layered rocks*. — 1ª ed. McGraw Hill Book. 507 p., N. York.
- STAINBROOK, M. A. (1945). *The stratigraphy of the Independence shale of Iowa*. — Amer. Jour. Sci. V. 243, nº 3, II, pp. 138-158.
- STEPHENSON, L. W. (1927). *On the origin of the rock wall at Rockwall, Texas*. — Journ. Washington Acad. Sci. Vol. 17, pp. 1-5.
- STUTZER, O. (1940). *Geology of coal*. (trad. A. C. Noé). — Univ. Chicago Press, 461 p.
- TERMIER, H. y TERMIER, G. (1956). *L'évolution de la Lithosphère. II. Orogenès* (fasc. 1), 498 p., Masson, París.
- WHITMAN, C. (1893). *Intrusive sandstone dikes in granite*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 5, pp. 225-230.
- WILLIAMS, M. Y. (1927). *Sandstone dikes in Southeastern Alberta*. — Roy. Soc. Canada Trans. Vol. 24, pp. 153-174.
- WINDHAUSEN, A. (1923). *Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del golfo de San Jorge*. — Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, T. XXVII, pp. 167-320.

División Geología, M.L.P., 3 de noviembre de 1961.